



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Institut für Bauweisen und
Strukturtechnologie



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Entwicklung von Passagier-Sitz-Modellen für die Simulation von Flugzeugbruchlandungen

Torben Lehmann

**Im Rahmen der Masterarbeit im Studiengang
Flugzeugbau an der HAW Hamburg**

**Durchgeführt am
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie**

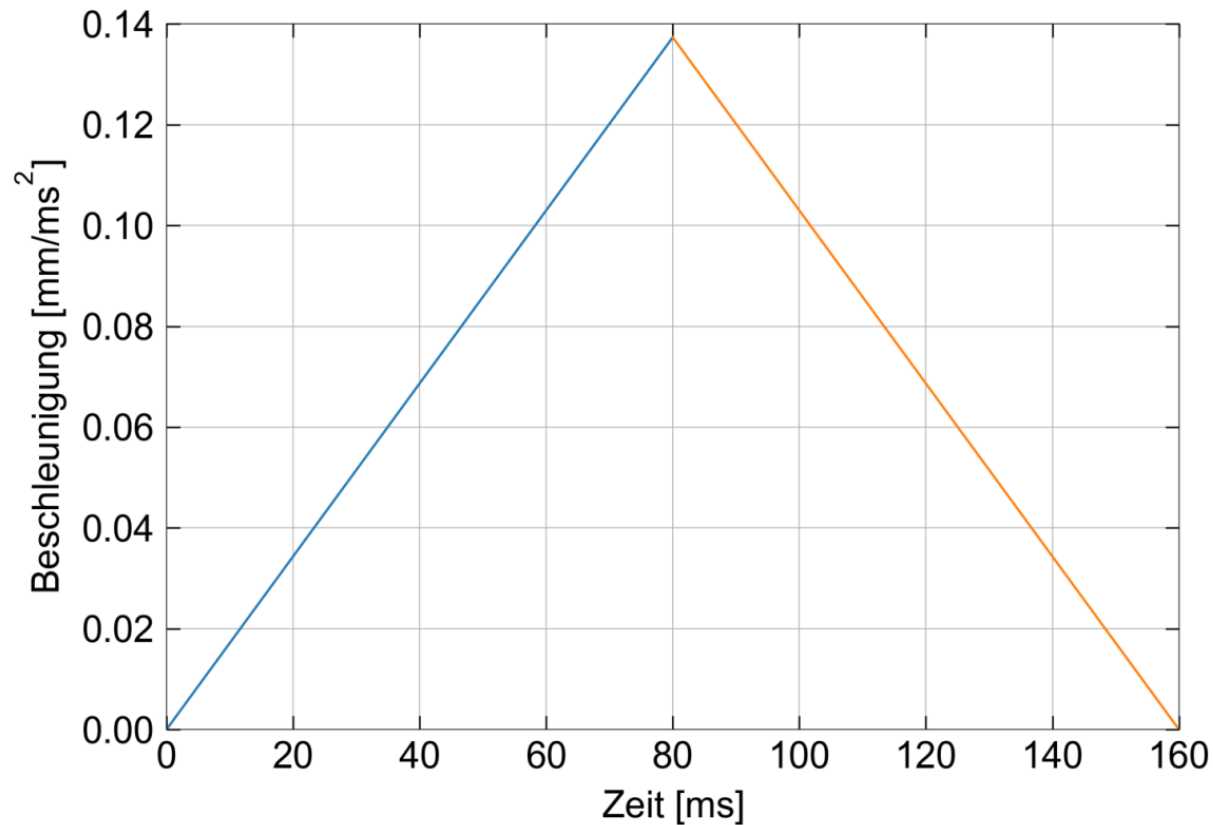
Inhaltsübersicht

- **Hintergrund**
- **Kalibrierung**
- **Vereinfachtes Passagier-Sitz-Modell**
- **Dummy-Integration**
- **Rumpfsektion**
- **Zusammenfassung & Ausblick**

Hintergrund

- **Dynamische Notlandezustände**
 - **CS 25.562 und 14 CFR 25.562**
 - 16 g horizontal
 - 14 g vertikal

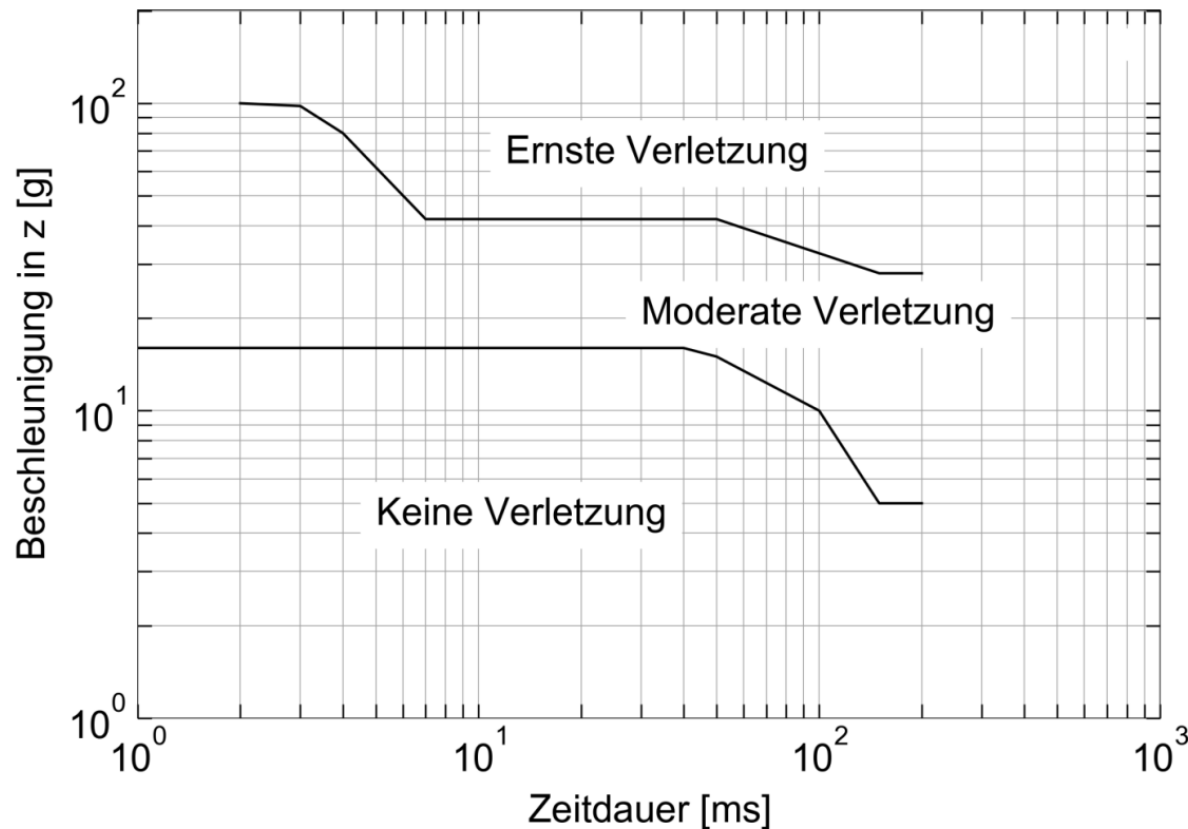
Hintergrund – Dreiecksimpuls 14 g



Hintergrund

- **Dynamische Notlandezustände**
 - CS 25.562 und 14 CFR 25.562
 - 16 g horizontal
 - 14 g vertikal
 - Verletzungskriterien

Hintergrund – Eiband-Diagramm



Hintergrund

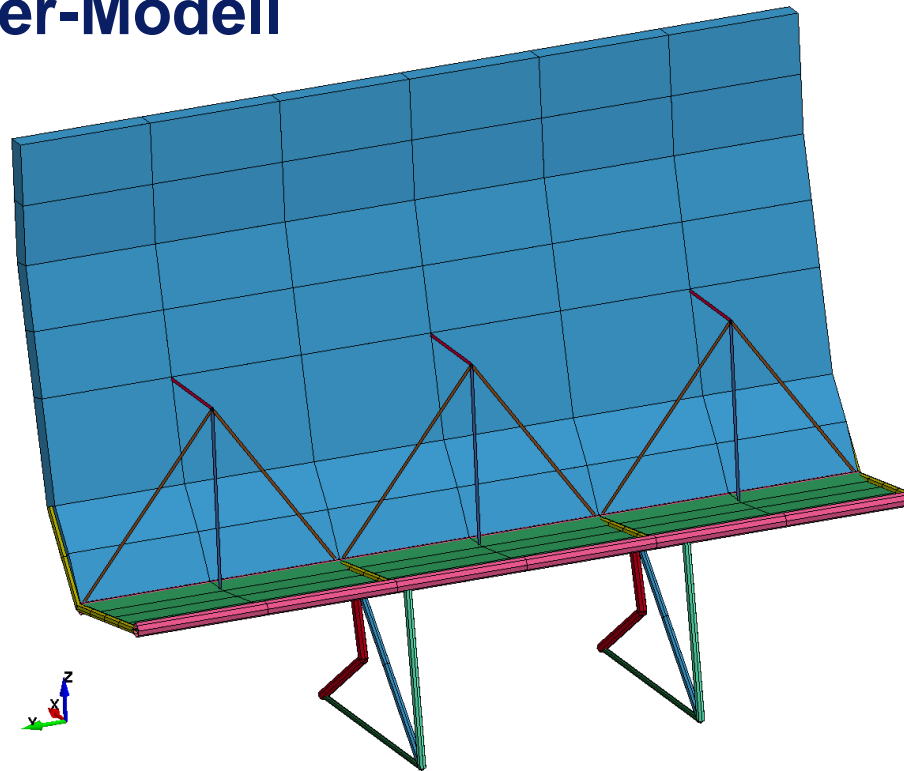
- **Dynamische Notlandezustände**
 - CS 25.562 und 14 CFR 25.562
 - 14 g vertikal
 - 16 g horizontal
 - Verletzungskriterien
- **Zulassung von CFK-Strukturen**
 - Falltest

Hintergrund – Falltest

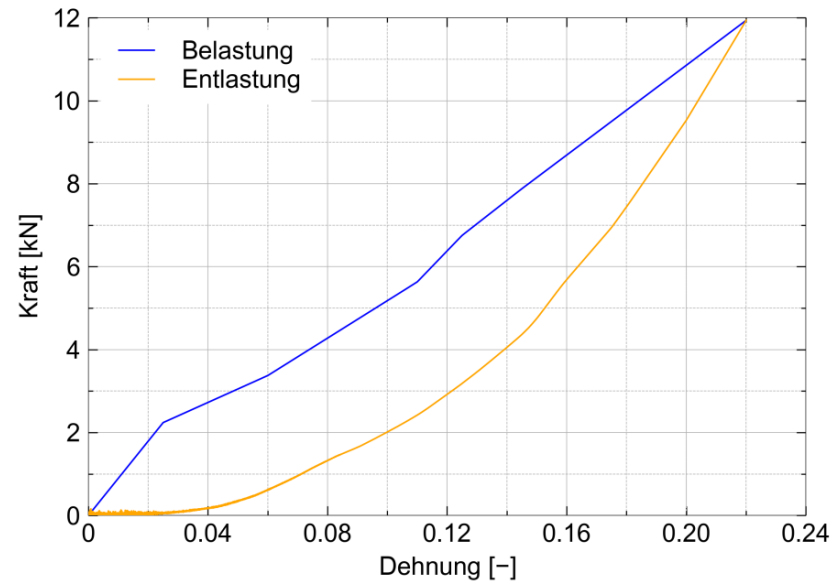
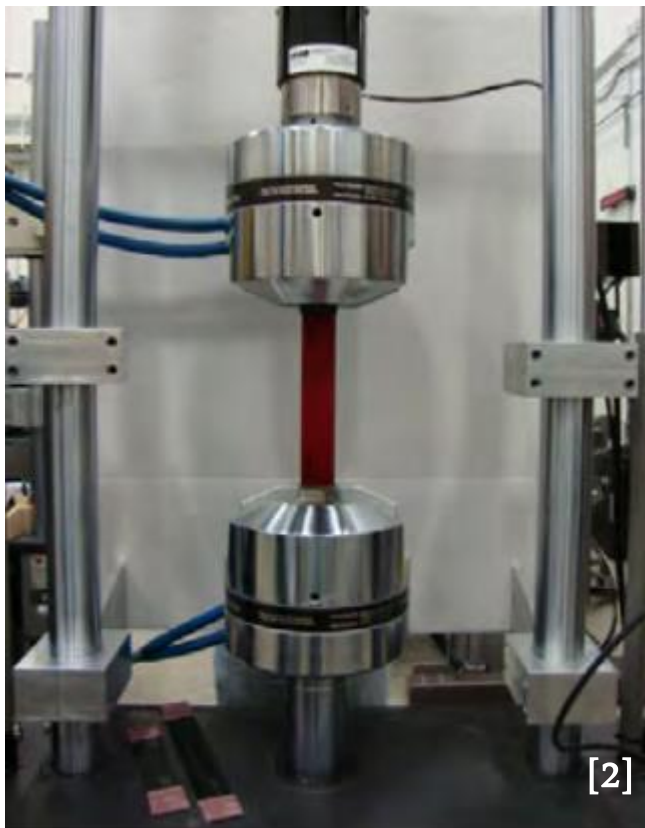


Bisher verwendetes Modell

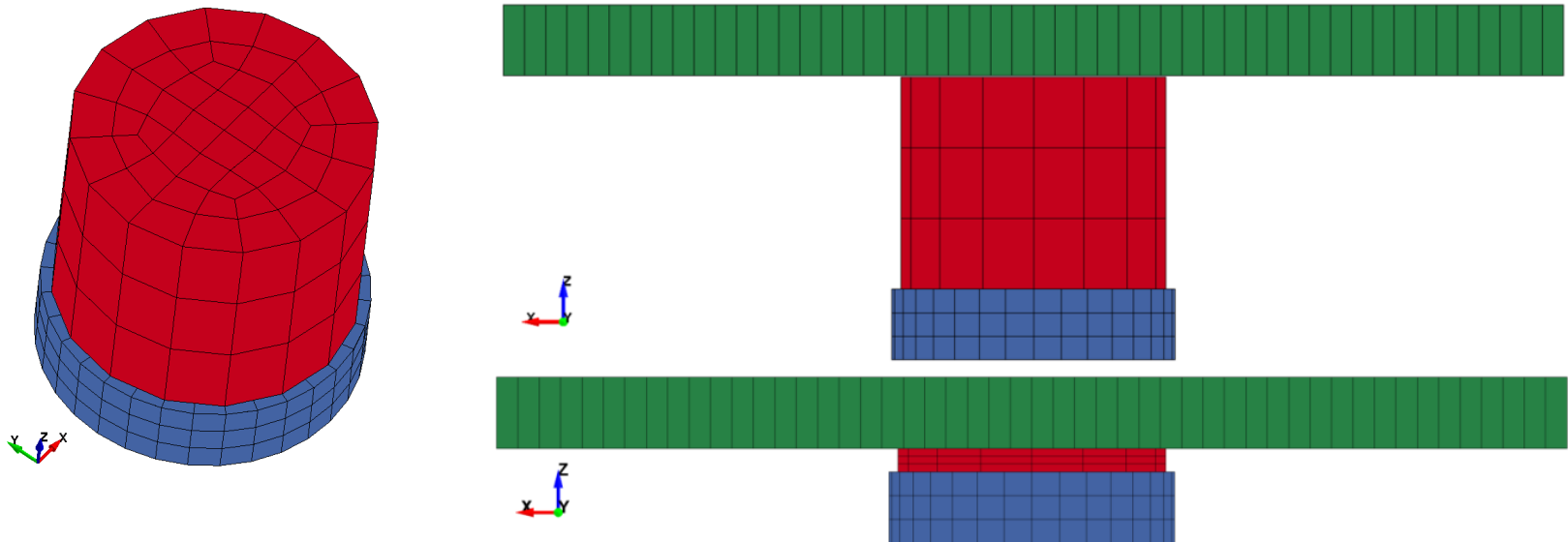
Masse-Feder-Modell



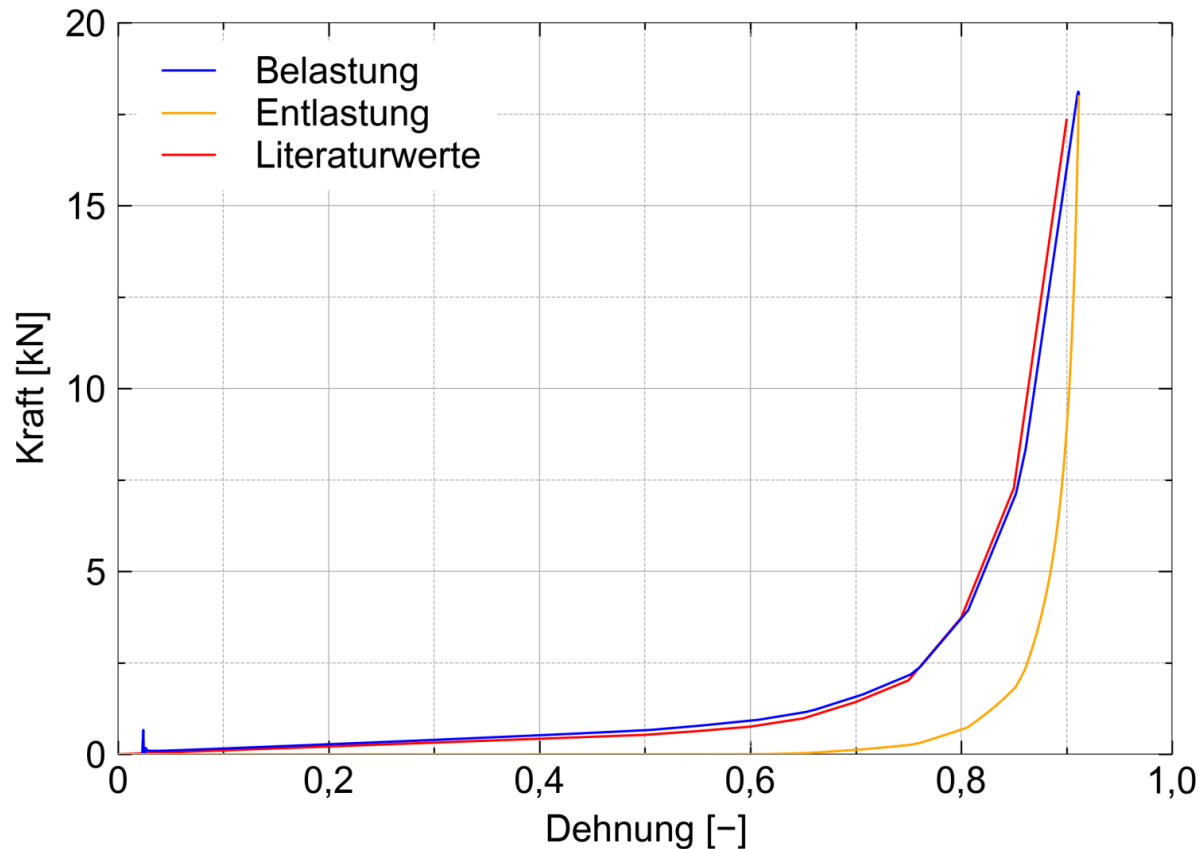
Kalibrierung – Gurtmodell



Kalibrierung – Sitzpolster

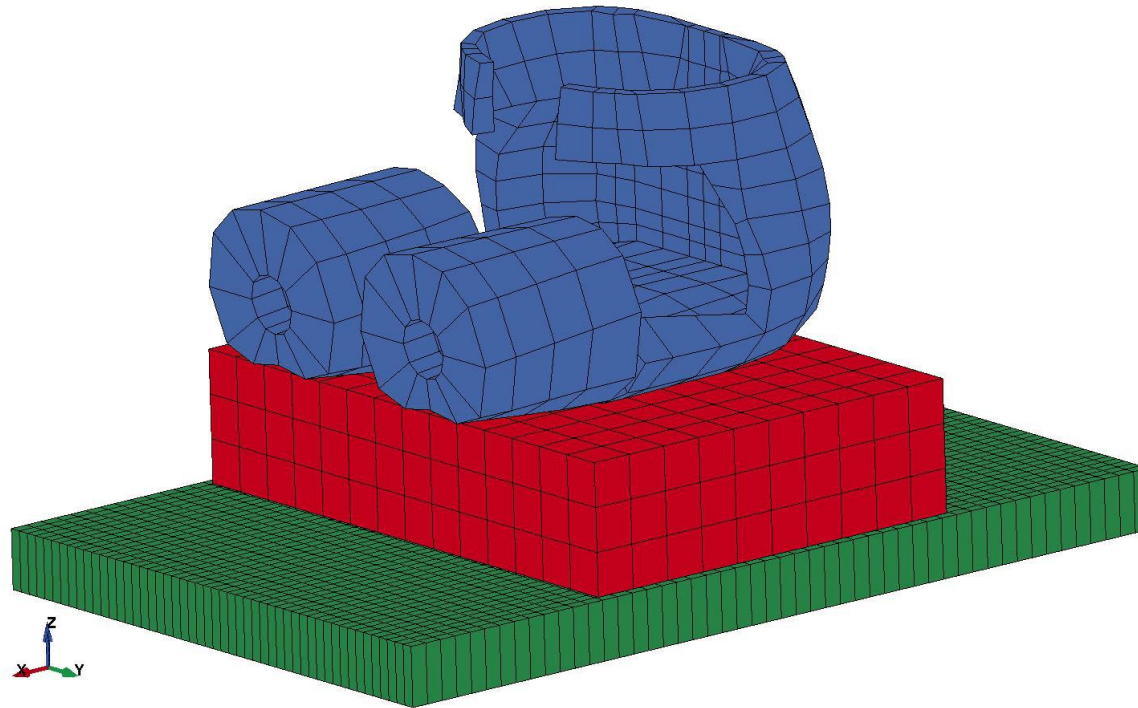


Kalibrierung – Sitzpolster

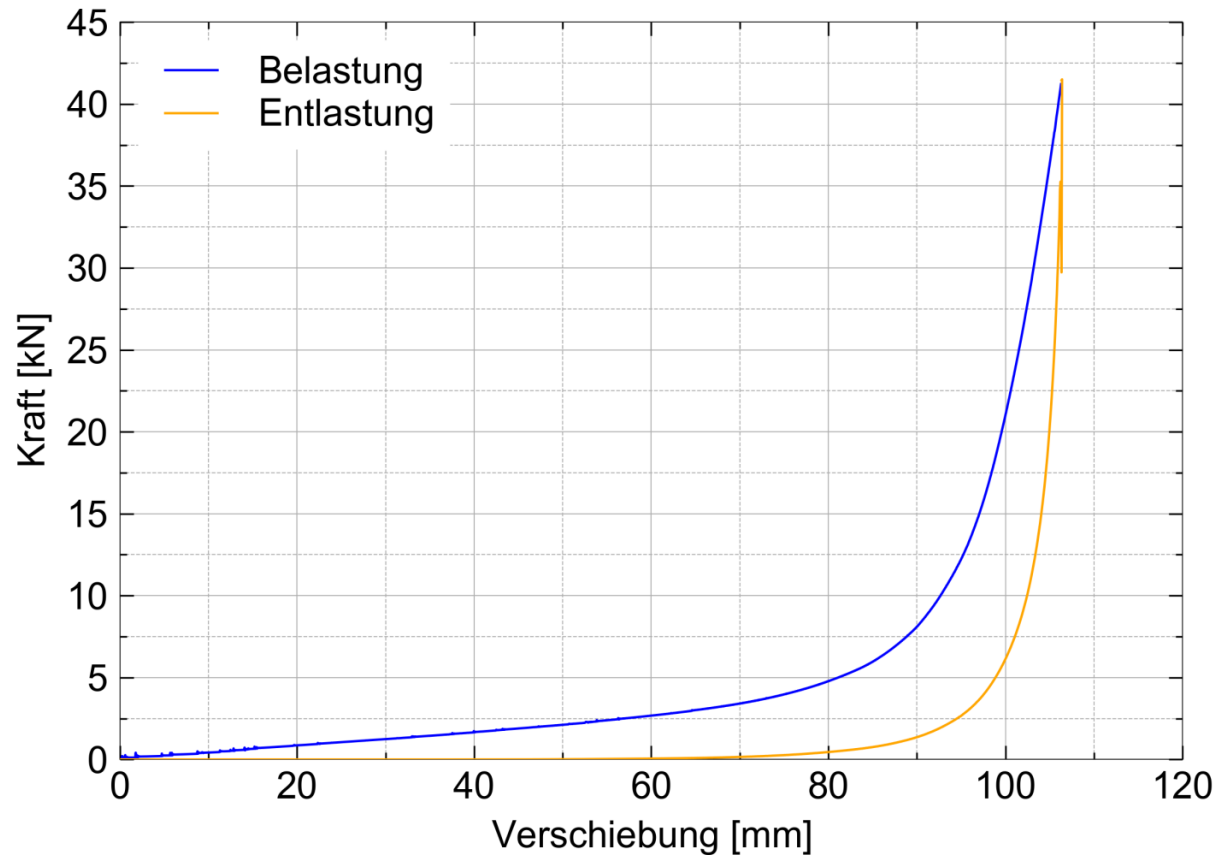


Kalibrierung – Sitzpolster

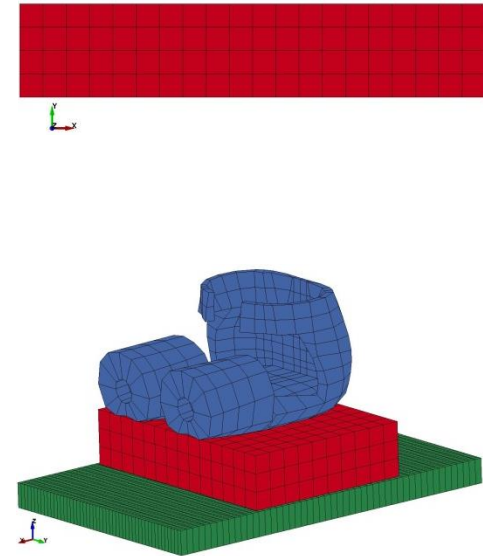
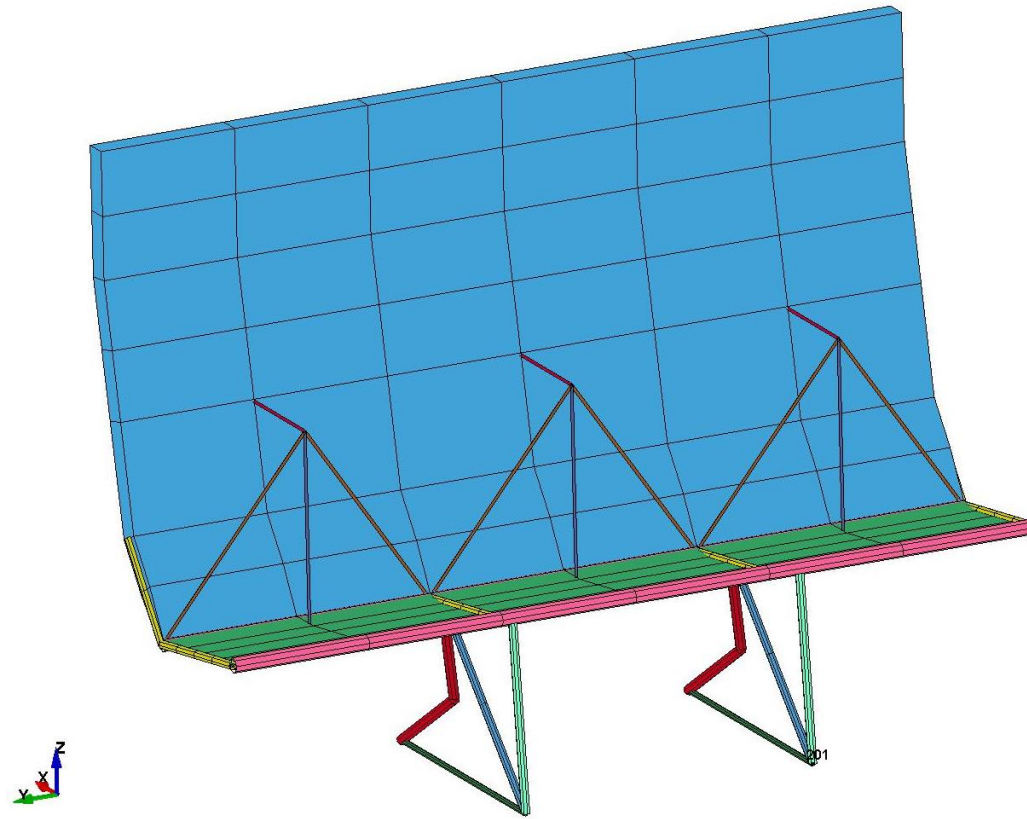
cushion_calibration
Time = 0



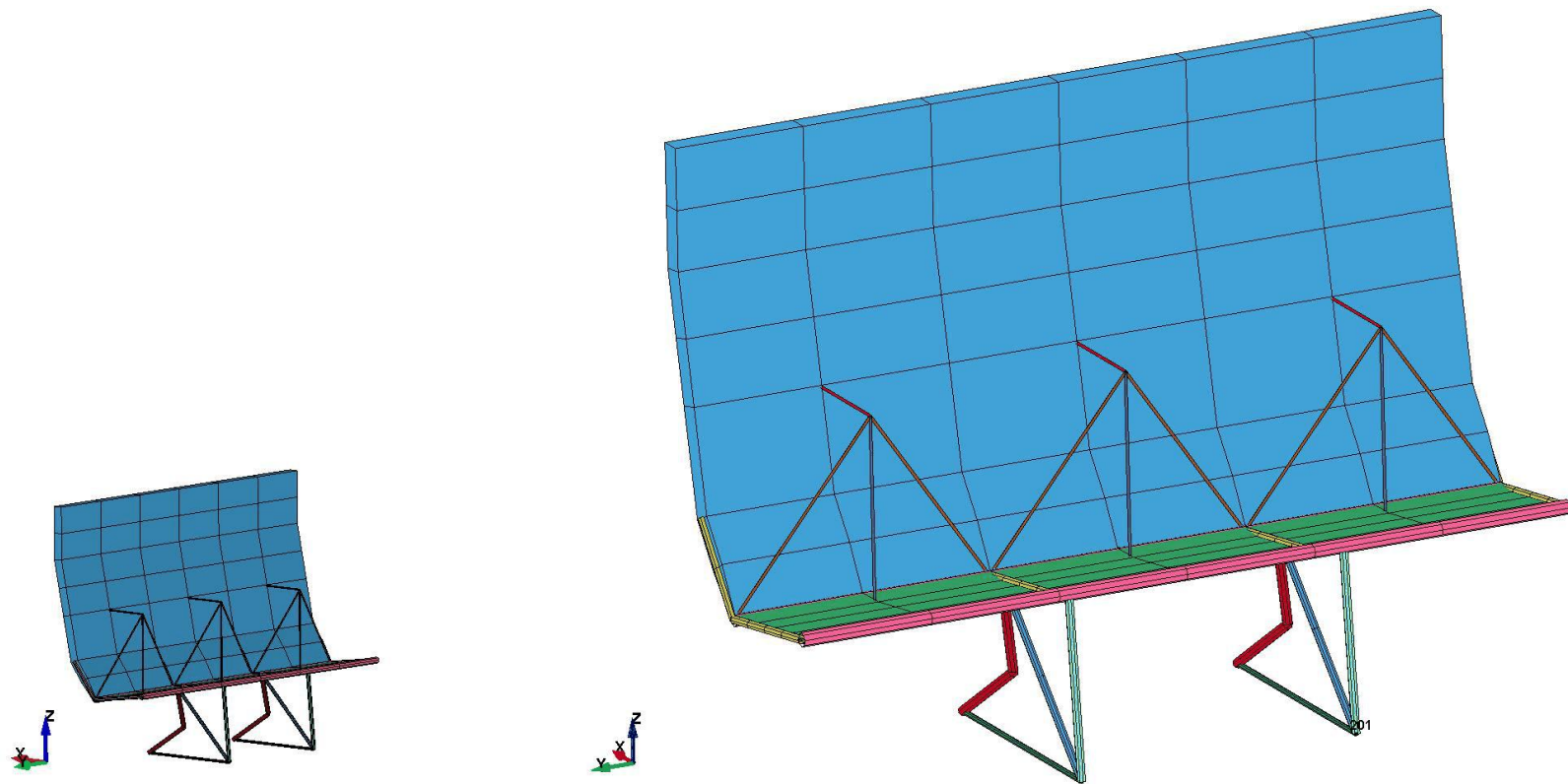
Kalibrierung – Sitzpolster



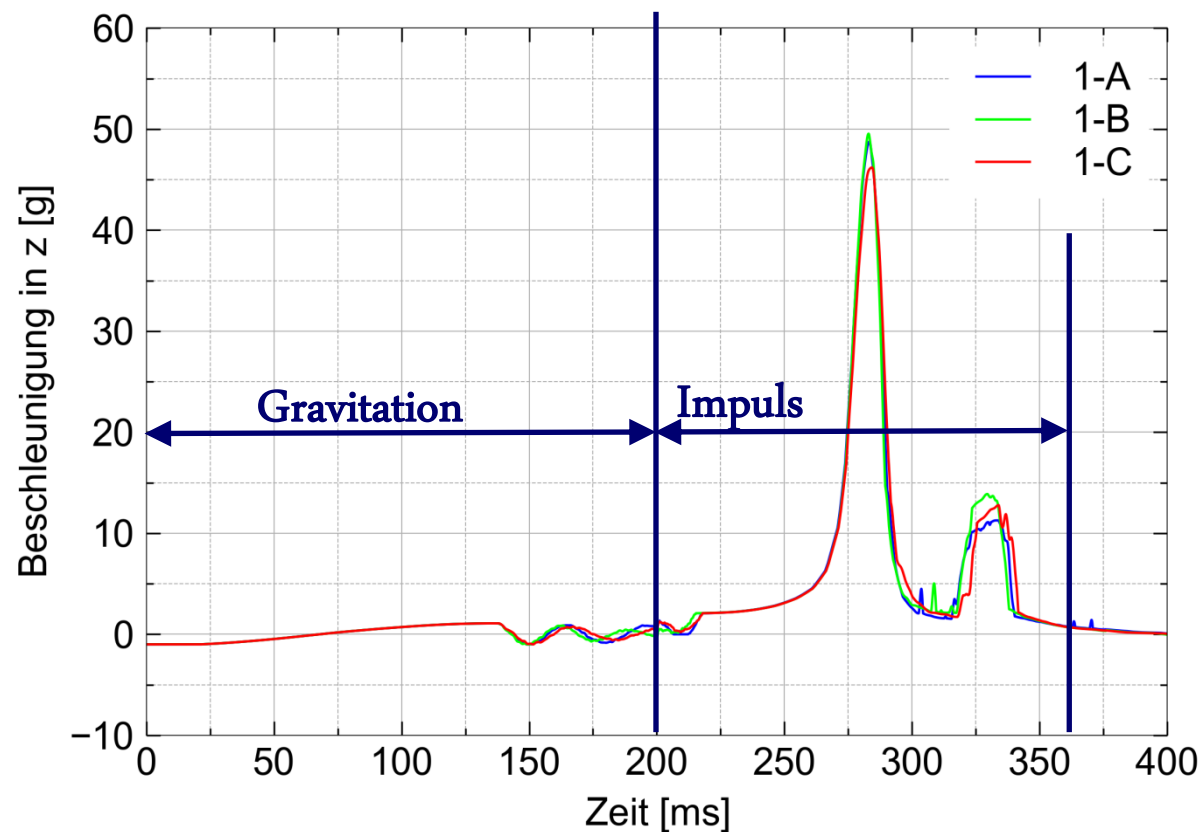
Integration der Kalibrierung



Integration der Kalibrierung

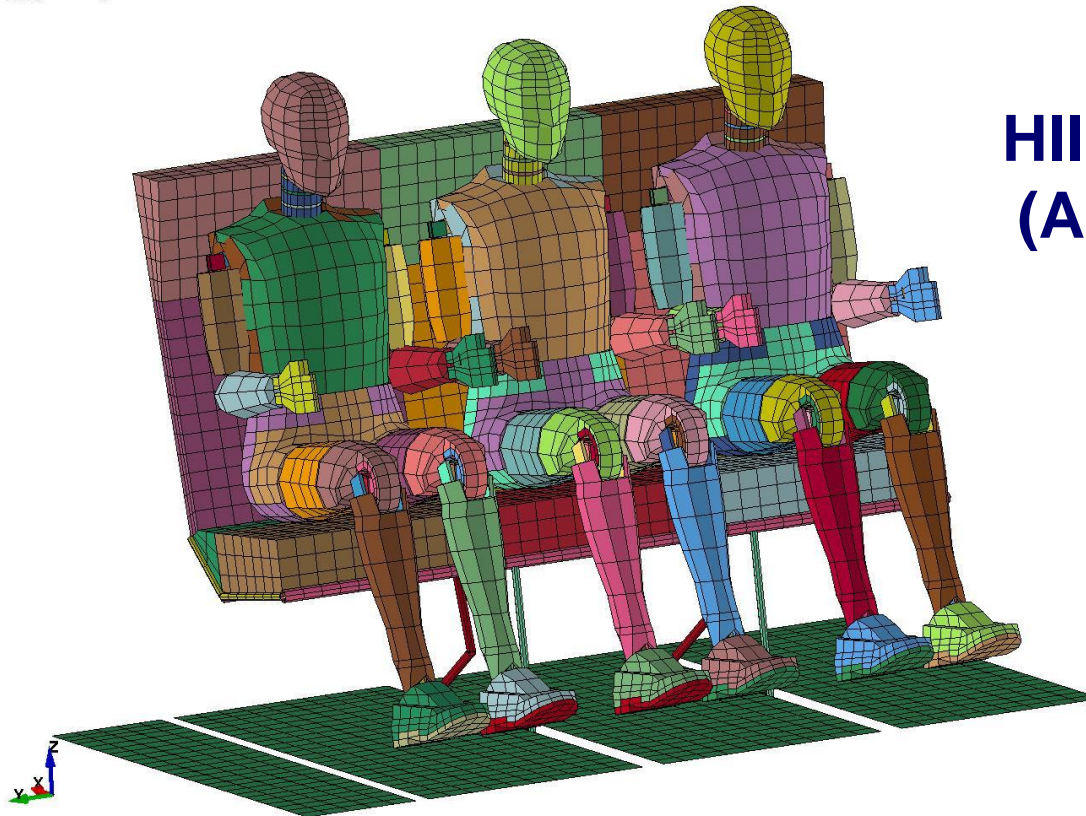


Integration der Kalibrierung



Integration der Dummy-Modelle

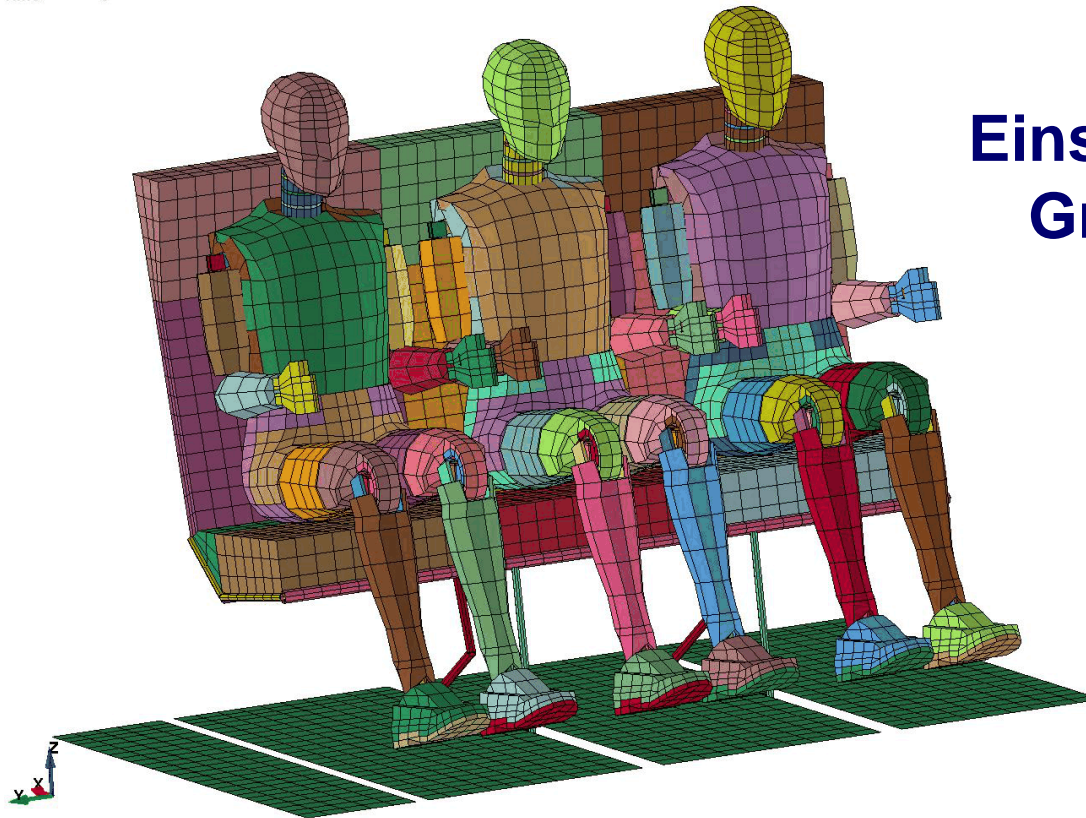
LS-DYNA user input III Dummy (Version_2.0, Early-July 2012)
Time = 0



**HII-Dummys
(Automobil)**

Dummy-Integration

LS-DYNA user input III Dummy (Version_2.0, Early-July 2012)
Time = 0

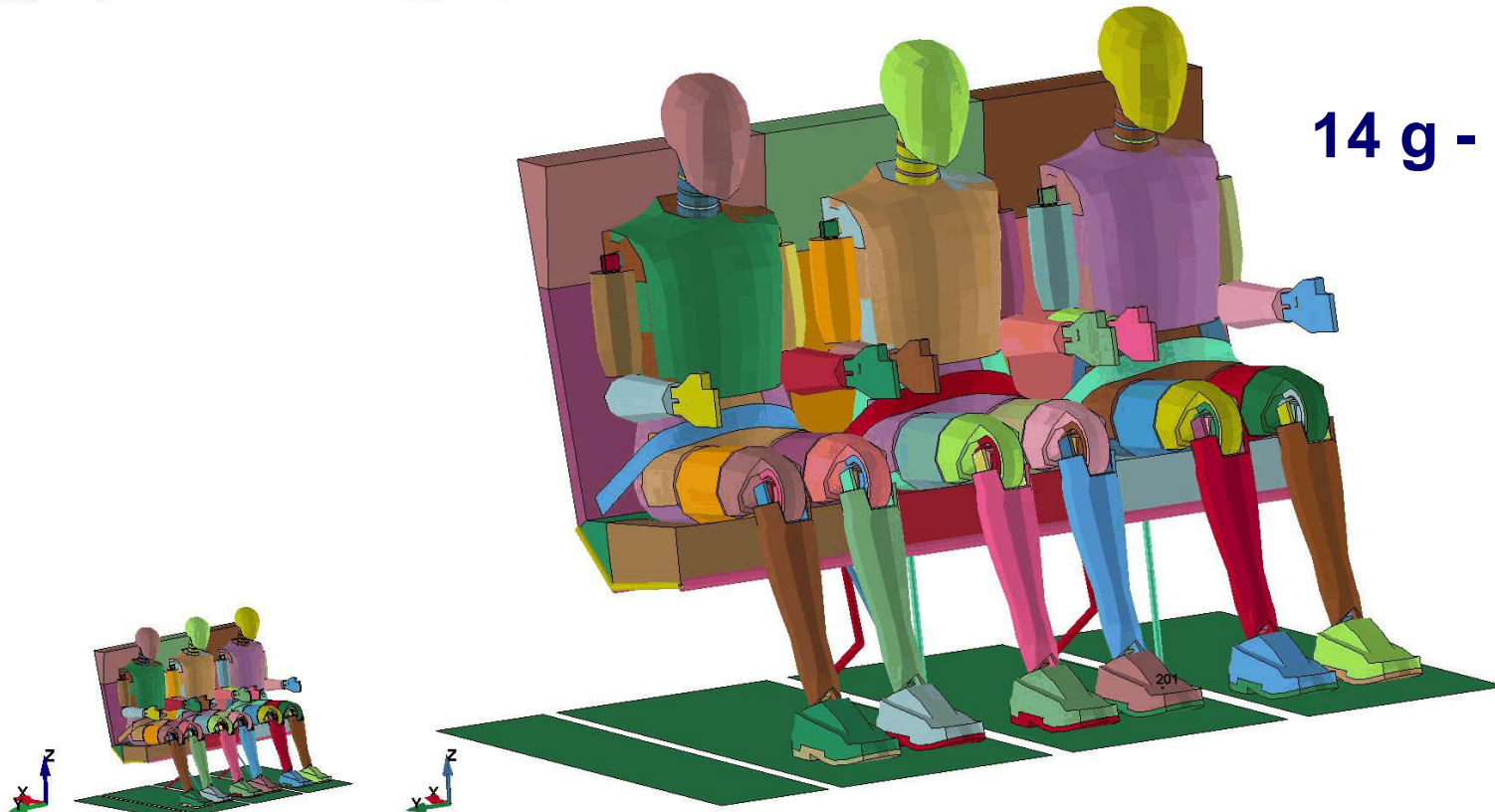


**Einsinken über
Gravitation**

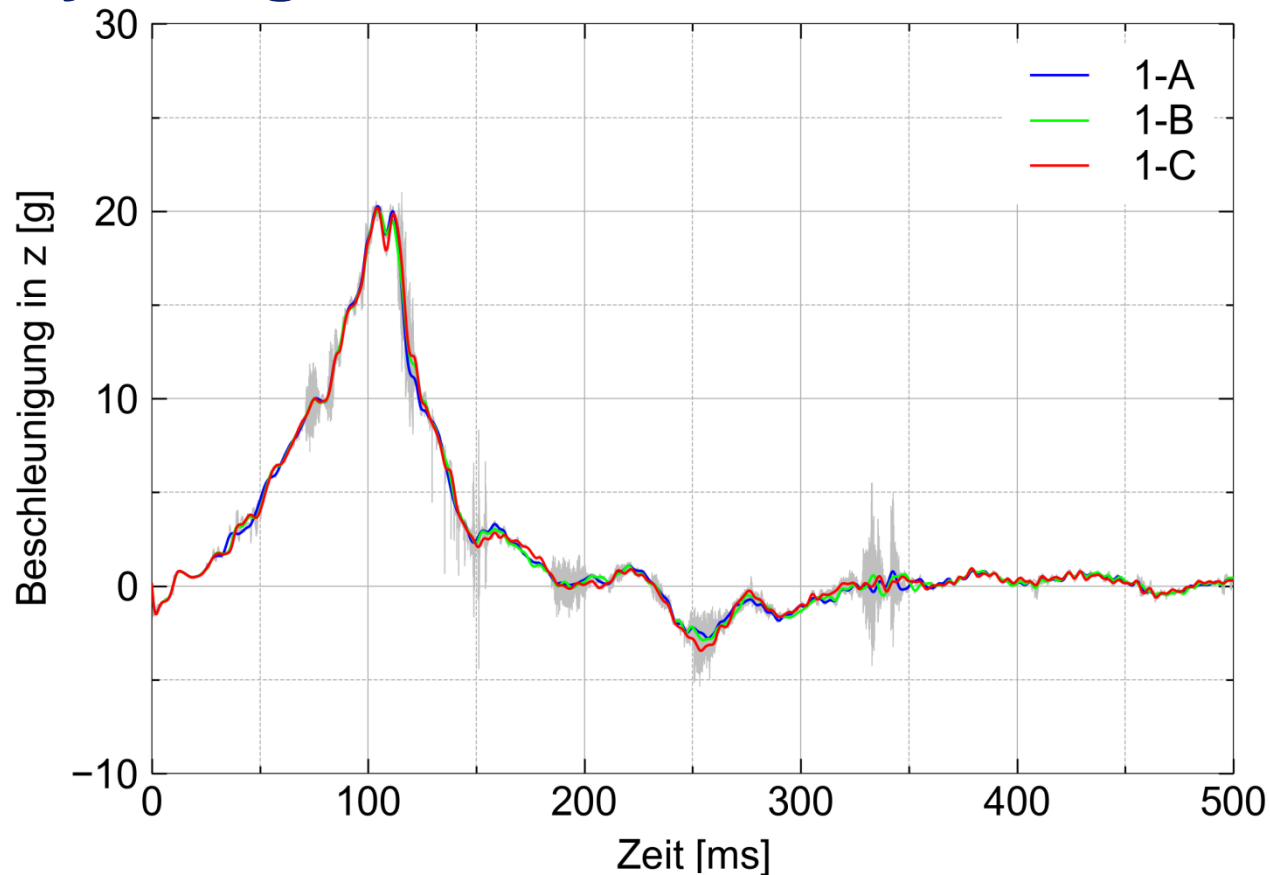
Dummy-Integration

Time = 0

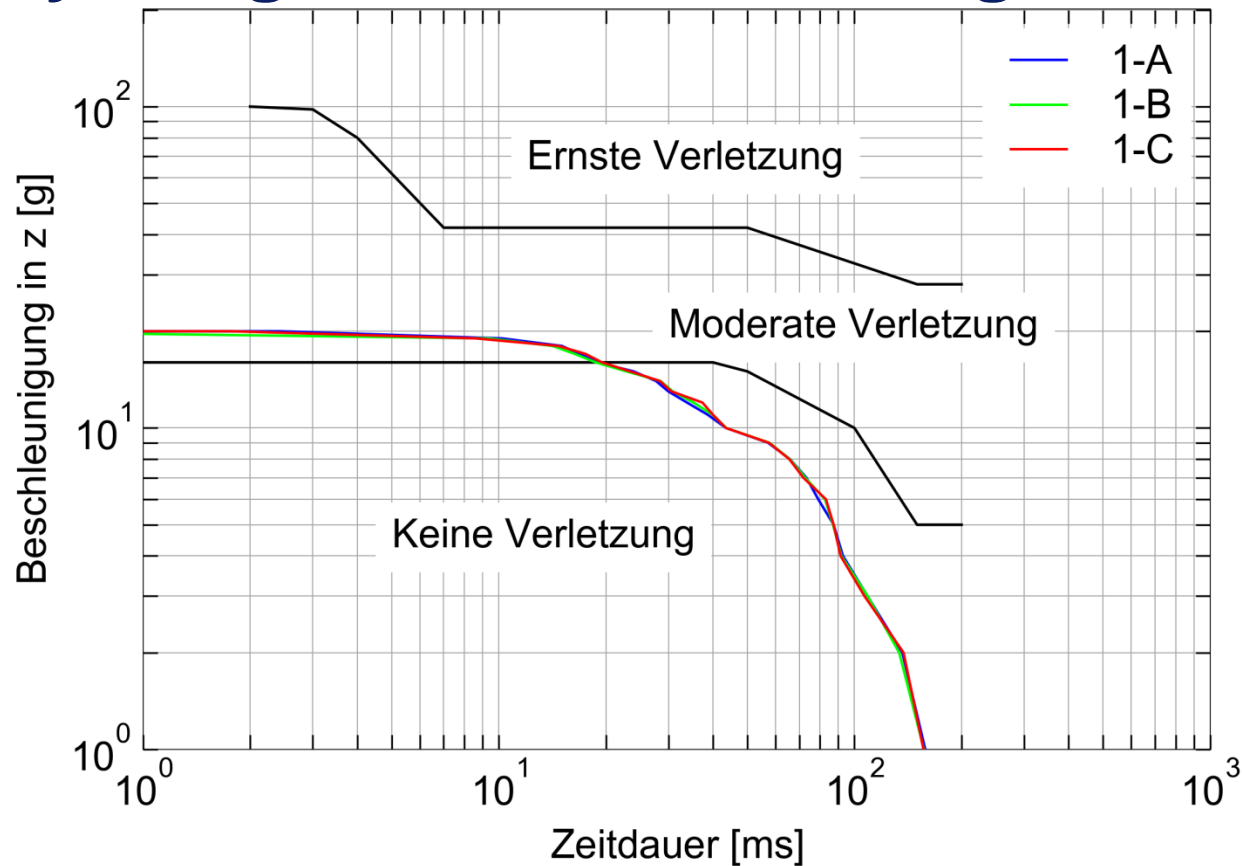
Time = 0



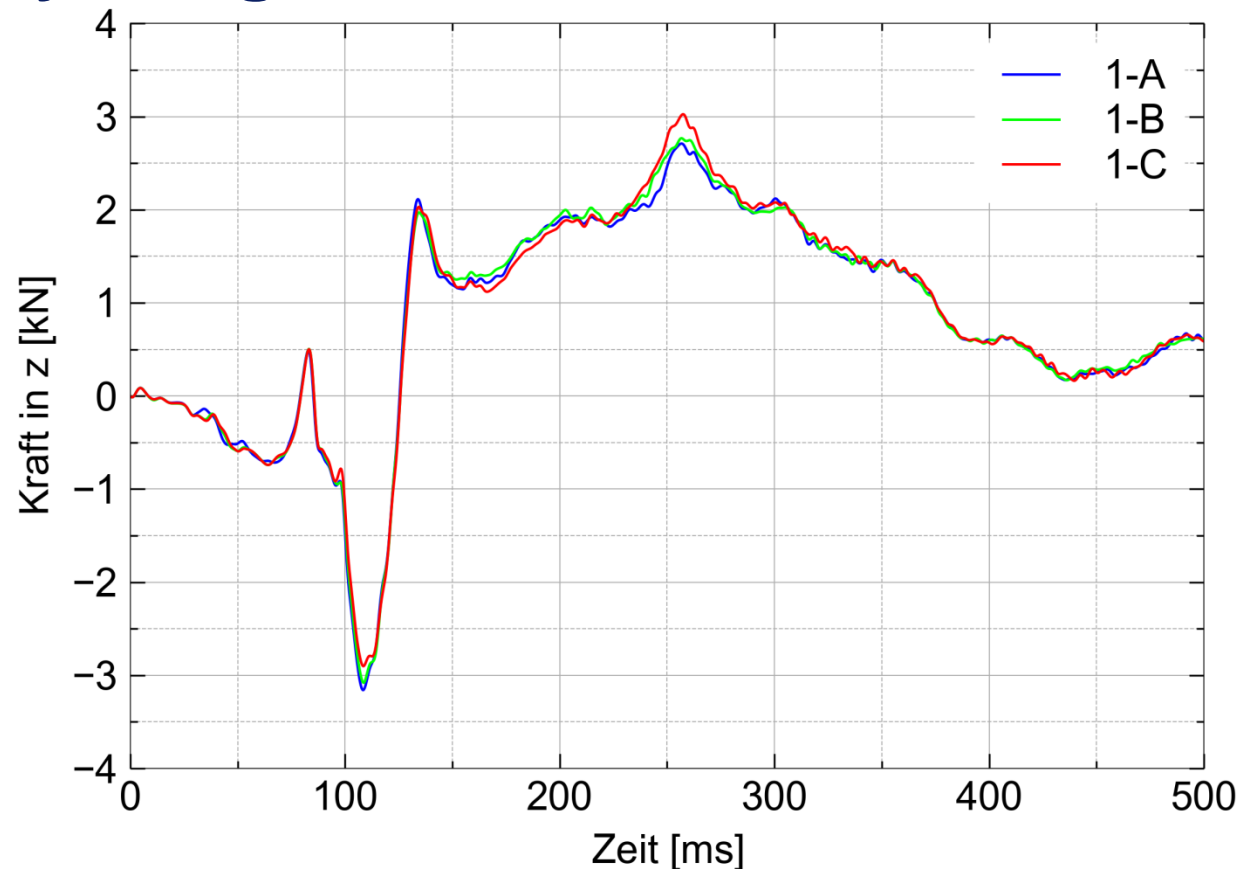
Dummy-Integration



Dummy-Integration – Eiband-Diagramm



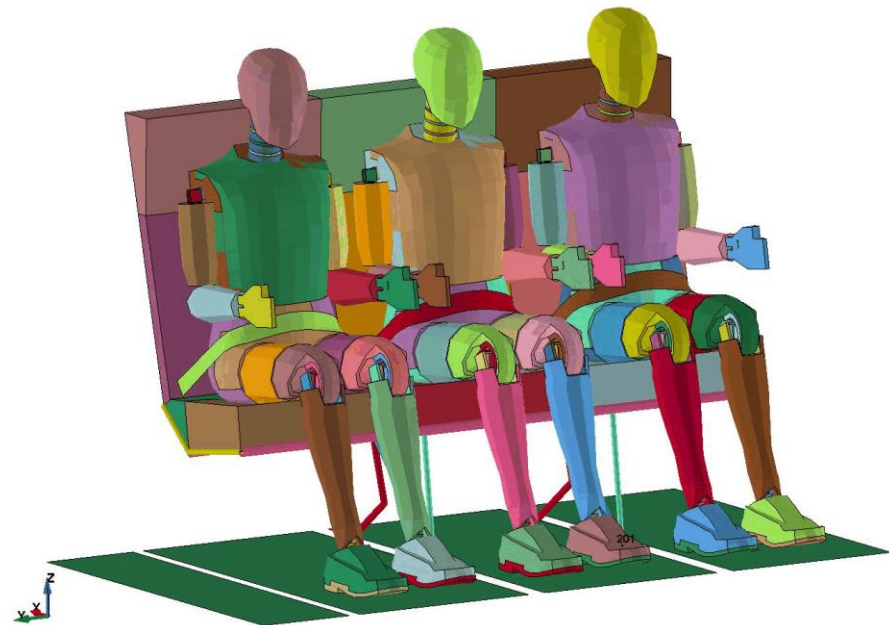
Dummy-Integration – Lumbar Loads



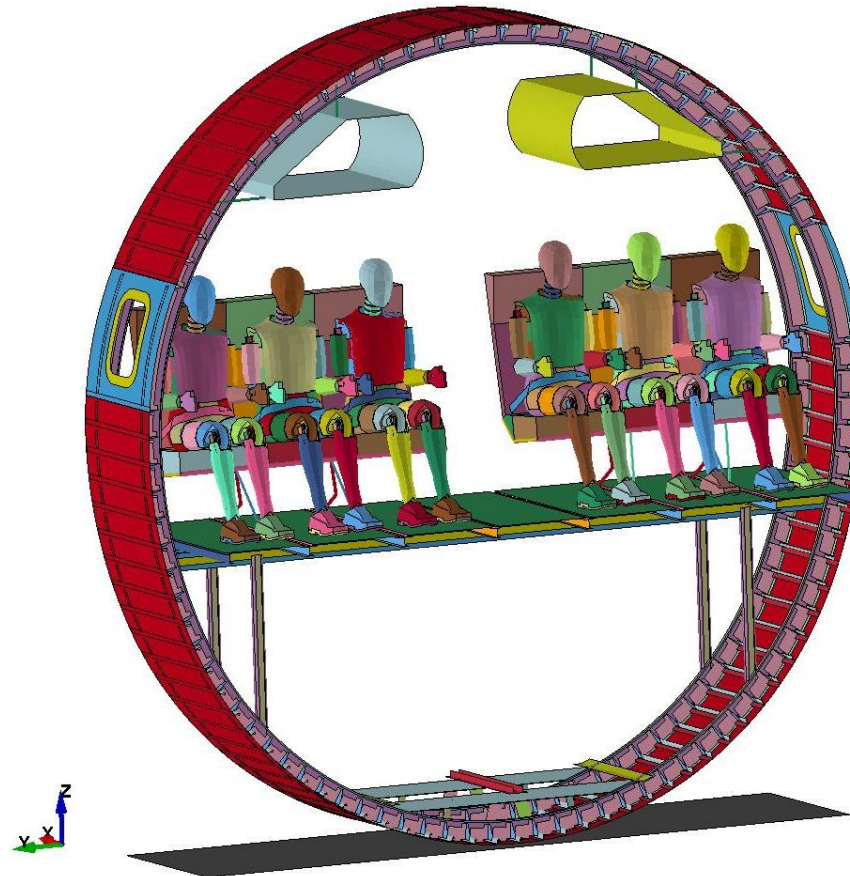
Dummy-Integration

16 g - horizontal

LS-DYNA user input III Dummy (Version_2.0, Early-July 2012)
Time = 0

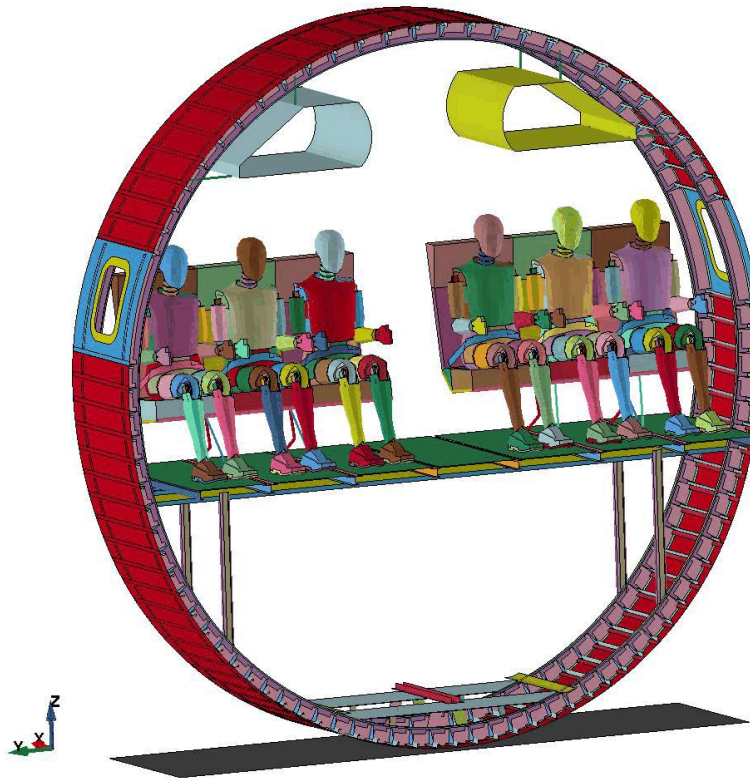


Rumpfsektion

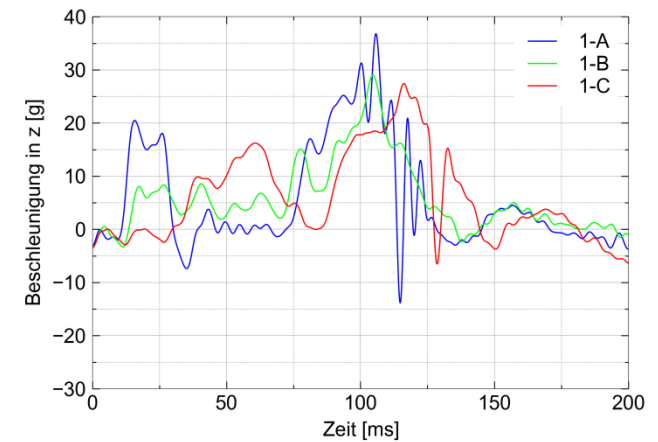


Rumpfsektion

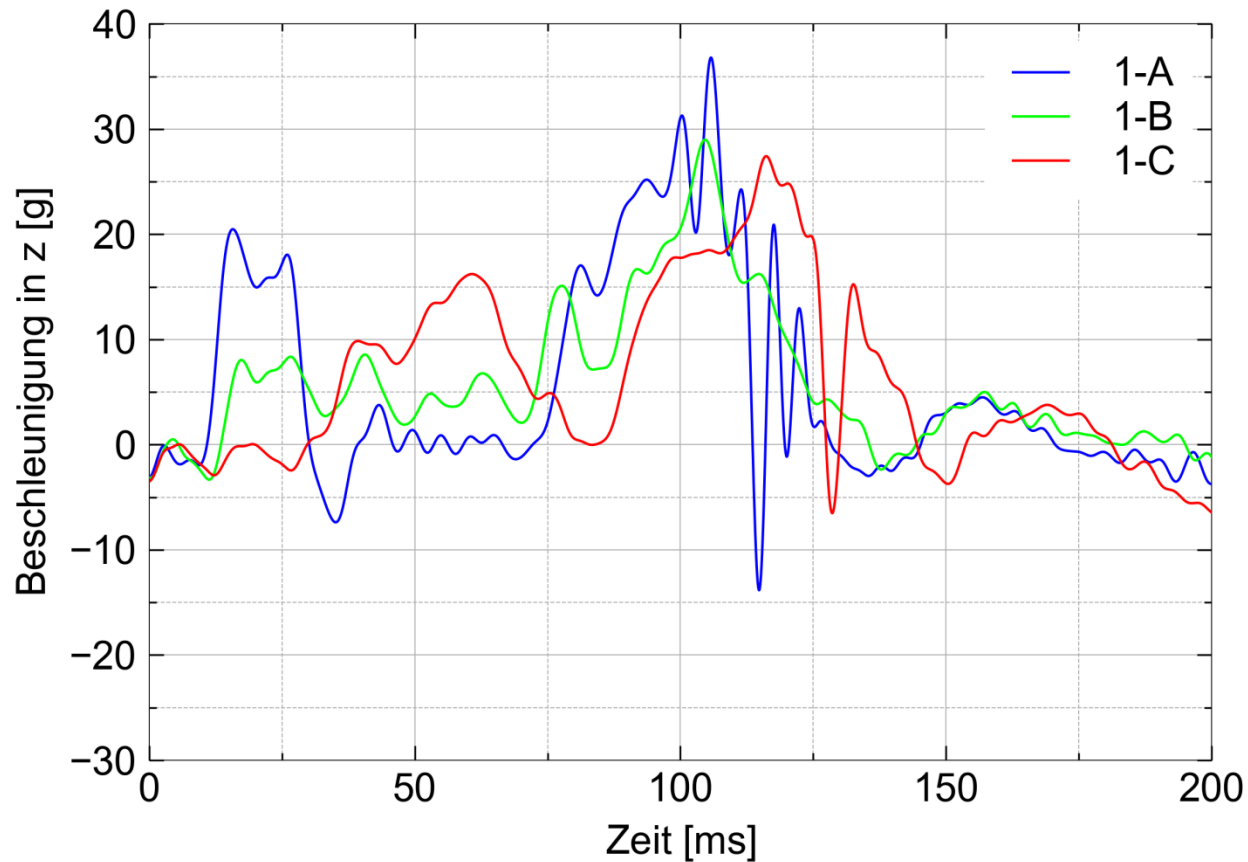
LS-DYNA user input
Time = 0



Vertikaler Aufprall 30 ft/s



Rumpfsektion



Zusammenfassung: Vorgehen



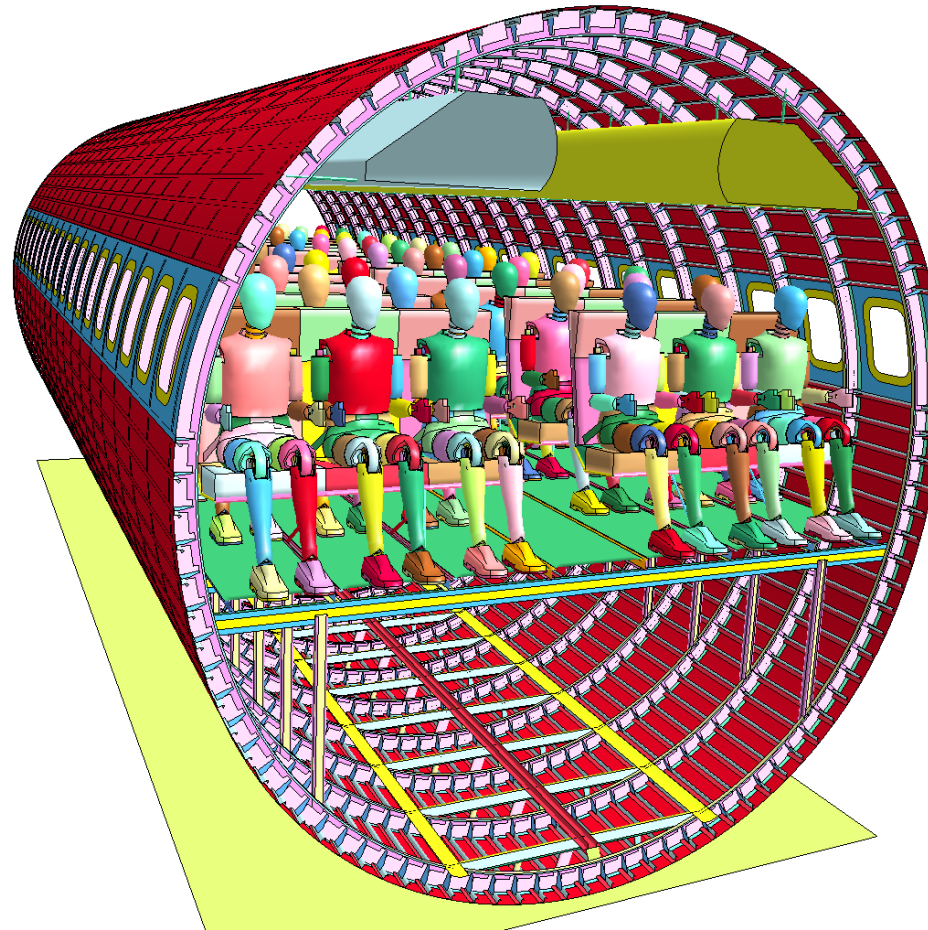
Zusammenfassung

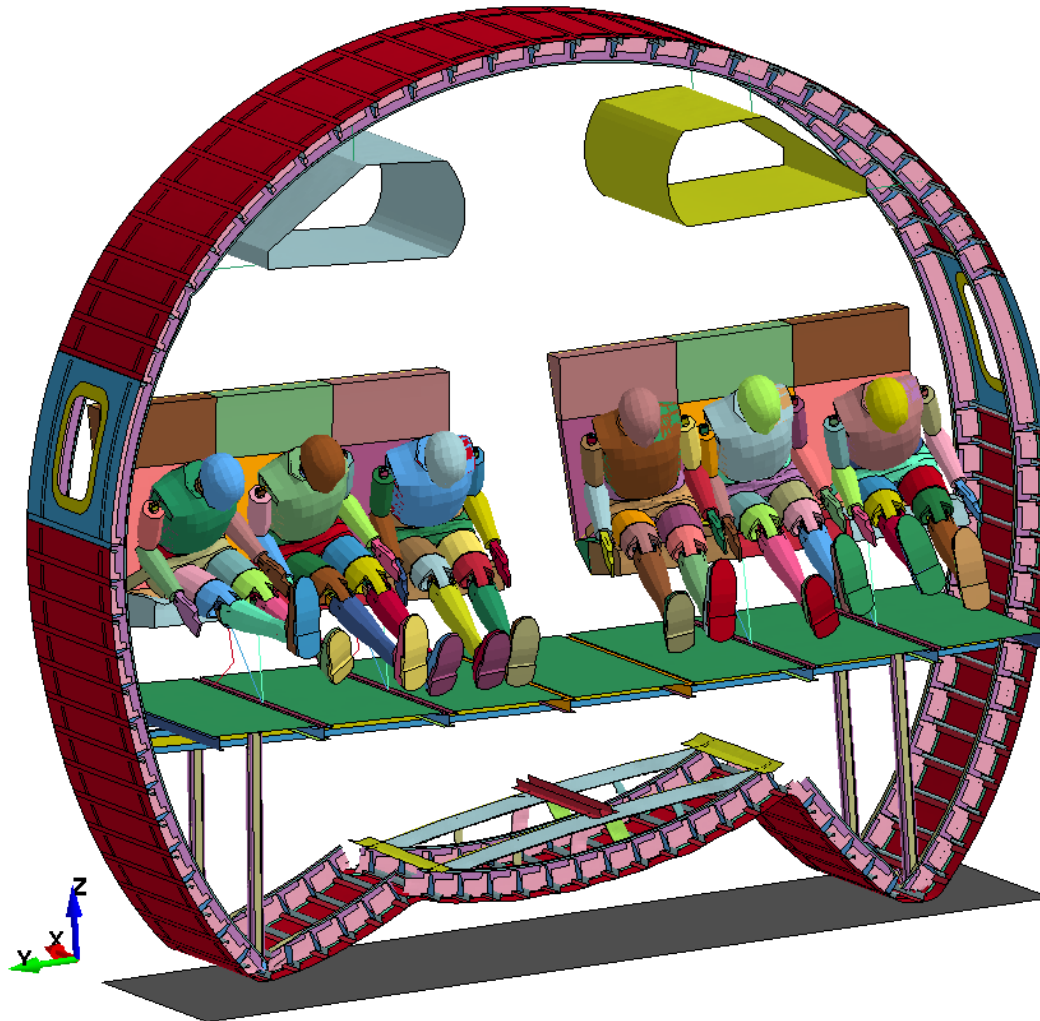
- **Vereinfachte Passagier-Sitz-Einheit**
 - sehr konservative Abschätzung
- **Dummy-Integration**
 - Verletzungskriterien
 - Kinematik
- **Rechenzeiten**
 - Zunahme um 85 % bei Rumpfsektion

Ausblick

- **Integration verschiedener Dummy-Modelle**
 - HII-, FAA HIII-Dummys
 - Feineres Netz der Dummys

Ausblick





Vielen Dank!

Quellen

- [1] Video des Falltests: BARNSTORFF, Kathy: NASA and FAA Put Dummies and Baggage to the Test for Airplane Safety. Hampton : NASA, 2017. – URL: <https://www.nasa.gov/feature/langley/nasa-and-faa-put-dummies-and-baggage-to-the-test-for-airplane-safety> (13.09.2018)
- [2] Eingespannte Zugprobe: OLIVARES, Gerardo; ACOSTA J. F.; YADAV, V.: Certification by Analysis I and II. Wichita : NIAR, 2010.
- [3] Beschleunigungsverlauf: OLIVARES, Gerardo: *Certification by Analysis I and II*. Seattle : JAMS, 2010
- [4] Kraft-Dehnungs-Verlauf Gurt: OLIVARES, Gerardo: *Hybrid II and Federal Aviation Administration Hybrid III Anthropomorphic Test Dummy Dynamic Evaluation Test Series*. Springfield : NTIS, 2013
- [5] Kraft-Verschiebungs-Verlauf Polster: KNOPS, G. L. W. M.: TNO-report : *AERO-CT92-0030 / CRASHWORTHINESS FOR COMMERCIAL AIRCRAFT : Subtask 2.4: Supporting Test Work Aircraft Seat Component Tests*. Delft : TNO, 1994
- [6] Waimer, M.: *Development of a kinematics model for the assessment of global crash scenarios of a composite transport aircraft fuselage*. ,DLR-FB 2013-28 (2013).
- [7] Schatrow, P., Waimer, M.: *Development of a crashworthy design for a CFRP transport aircraft and comparison with a generic metallic aircraft design based on simulated drop tests of a typical fuselage section*. 18th ONERA-DLR Aerospace Symposium. , Bonn, Germany, July 03-05 (2018).